

Morphological study of neurosecretory cells of the earthworm, *Pheretima co?unissima* (フツウミミズの神経分泌細胞の形態学的研究)

著者	武内 伸夫
号	181
発行年	1967
URL	http://hdl.handle.net/10097/23363

氏名・（本籍）	武 内 伸 夫
学 位 の 種 類	理 学 博 士
学 位 記 番 号	理 第 1 8 1 号
学位授与年月日	昭和 4 2 年 1 2 月 2 0 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
最 終 学 歴	昭和 3 1 年 3 月 東北大学理学部生物学科卒業
学 位 論 文 題 目	Morphological study of neurosecretory cells of the earthworm, <i>Pheretima communissima</i> (フツウミミズの神経分泌細胞の形態学的研究) (主査)
論 文 審 査 委 員	教 授 元 村 勲 教 授 青 木 廉 教 授 加 藤 陸 奥 雄

論 文 目 次

緒 論

- 第 1 章 全中枢神経節の神経分泌細胞
- 第 2 章 脳神経節の神経分泌細胞の組織化学的観察
- 第 3 章 脳神経節の神経分泌細胞の構造
- 第 4 章 神経分泌果粒と膜状細胞器官との関係
- 第 5 章 脳神経節内毛細血管の構造及び神経分泌細胞軸索との関係
- 総 括 論 議

論 文 内 容 要 旨

緒 論

神経分泌細胞とは、組織学的には神経細胞としての形態的特徴と腺細胞としての形態的特徴とを併せ持つ細胞をいう。光学顕微鏡で分泌形態が観察できない分泌活動を行なう神経細胞はこれに含めない。神経分泌細胞は、中枢化された神経系を持つ多くの動物で見出されているが、内分泌腺の少ない無脊椎動物では、ホルモンの生産源として、また内分泌的制御の中心として、特に重要な役割を担っている事が明らかにされている。

環形動物では、これ迄に49の種で神経分泌細胞の存在が報告され、その内数種については実験的研究も行なわれている。貧毛類では主としてツリミミズ科 (Lumbricidae) について研究が行なわれており、フトミミズ科 (Megascolecidae) のミミズについては不明の点が多い。この研究ではフトミミズ科の中で最も多くみられるフツウミミズ (*Pheretima communissima* Gotô et Hatai) とその近縁種を材料とし、全中枢神経節の組織学的調査による神経分泌細胞の確認、その種類、形態、分布、脳神経節に局在する神経分泌細胞の組織化学的研究及び電子顕微鏡による観察を行なった。

第1章 全中枢神経節の神経分泌細胞

ミミズの中中枢神経節は、脳神経節、食道下神経節及び腹髄の連鎖した3部分からなる。各神経節に分泌形態を示す細胞が見出された。それ等は形態、分布から3型に区別される。

- (1) A細胞。脳神経節後部背側表層に局在する小型 (10 ~ 20 μ) の細胞で軸索終末分泌像を示す。分泌果粒は径約 0.8 μ で多くの細胞では細胞体に充満しアルデヒドフクシン好染性である。軸索は神経節外迄のびず、ニューロピル表層で細く枝分れし複雑な網状をなし、所々で毛細血管に隣接している。細胞数は4,000以上で、脳神経節後部背側表層の殆どすべての細胞がA細胞である。
- (2) S細胞。食道下神経節前端腹側にある小型の細胞で、分泌果粒の選択的染色法が未発見の為、分泌形態の詳細は不明である。非染性の果粒の周辺部が強いアルデヒドフクシン好染性を示し、分泌果粒の存在を示す。
- (3) 大型及び中型の細胞。アルデヒドフクシン好染性の分泌物を細胞体の反軸索側に持ち、軸索終末分泌像を示さない大型及び中型の細胞である。全神経節中に見出され、神経節の定位位置になく、また同一神経節中에서도左右対称の位置に見出されない。細胞体に分泌物がない時には通常の神経細胞と形態的に区別する事はできない。この細胞は分化した神経分泌細胞ではなく、通常の神経細胞の一つの状態を示すものと思われる。

以上から、フツウミミズには神経分泌細胞が3型あり、その内、脳神経節後部背側に局在するA細胞が分化した典型的な神経分泌細胞であると考えられる。

第2章 脳神経節の神経分泌細胞の組織化学的観察

アルデヒドフクシン好染性の神経分泌物の組織化学的研究結果は種や研究者で異なり、システインを多く持つ蛋白であるという報告と多糖類を多く含む物質であるという報告がある (Gabe 1966)。そこでツウミミズの頭部切片に蛋白、アミノ酸残基と多糖類、粘液物質を検出する組織化学反応を行ないA細胞の分泌物を調査した。

- (1) A細胞の分泌物はムシン染色、多糖類、粘液多糖類反応に陰性であり、蛋白、特にチロシンを検出する反応には強い陽性を示した。
- (2) 大型及び中型細胞の分泌物は同じく蛋白性であり、インドール系物質 (トリプトファン等) 検出反応に陽性であった。

以上からA細胞の神経分泌物は蛋白性で、チロシン残基を多く持つ事が明らかになった。またA細胞と大型及び中型細胞との違いが分泌物の組織化学的差異により再確認された。

第3章 脳神経節の神経分泌細胞の構造

A細胞の分泌果粒の構造、形成過程等は光学顕微鏡観察では不明の点が多いので、更に電子顕微鏡によって観察をすすめた。固定液は、Palade, Millonig, 元村Na9, 10% フォルマリンが染色は酢酸ウラニル、酒石酸鉛、過マンガン酸カリが良い結果を与えた。

- (1) A細胞には、神経分泌基本果粒 (Bern 1962) と類似した2種の分泌果粒、G-1 (径1,000 ~ 4,000 Å) とG-2 (径600 ~ 3,500 Å) が多数存在する。

後者は膜の内側に透明な層がある。元村固定、フォルマリン固定では2種を区別できないのでG-2はG-1の形成途上のものである可能性が強い。その他、稀に5,000 Å ~ 1 μ以上の大型の果粒G-3も観察された。

- (2) 細胞体に分泌果粒が充満している時は他の細胞器官は極めて少ない。果粒が少ない時は粗面小胞体、ゴルジ複合体 (Golgi complex), 糸粒体が多数観察された。
- (3) 分泌果粒のゴルジ複合体への集積、ゴルジのう胞 (Golgi cistern) への不透明物質の貯溜、ゴルジ小胞 (Golgi vesicle) 及び果粒の連続的形態変異が観察されたので、果粒形成がゴルジのう胞による可能性 (Scharer 等 1961, Bern 等 1961) とゴルジ小胞の転化による可能性 (Bern 1963, Fridberg 等 1966) とが確認された。
- (4) 更に果粒が小胞体のう胞の膨化、滑面化した部位に密接している像、う胞の出芽像が観察され、分泌果粒が小胞体により形成される可能性を示す結果も同時に得られた。

第4章 神経分泌果粒と膜状細胞器官との関係

そこでゴルジ複合体、小胞体等膜状細胞器官を良く固定保存する過マンガン酸カリ固定液を使用して、更に観察をすすめた。

- (1) ゴルジ小胞と分泌果粒の隣接像、両者の中間型の小胞が、しばしば見出された。

(2) 小胞体の膨化，出芽像が多数観察され，隣接する果粒との形態的類似が確認された。

以上から，A細胞では果粒形成がゴルジ複合体によって行なわれる可能性の外に，小胞体による可能性も否定できないと考えられる。

第5章 脳神経節内毛細血管の構造及び神経分泌細胞軸索との関係

光学顕微鏡では，脳内毛細血管は酸性色素に好染する無構造な紐状のものとして観察されるにすぎない。そこで電子顕微鏡によって，その構造，周辺の神経分泌細胞軸索との関係を調査した。

- (1) 脳神経節内の毛細血管は基底膜及びそれを囲む薄い一層の壁細胞よりなる管である。中央の管腔には微細な果粒が充満している。基底膜の内側には細胞構造が認められない。
- (2) 壁細胞の外周は不規則に褶曲しているが，周辺の神経細胞や神経分泌細胞軸索との間には何ら特別な構造はなく，すべて単純に接触している。
- (3) ニューロピル域の軸索中の分泌果粒の中には，内部がやゝ透明化したものがみられ，稀に小胞化したものも観察された。果粒の膜がこわれたものや，軸索細胞膜への癒着は，毛細血管近傍の軸索でも観察されなかった。

以上から，脳内毛細血管の構造，A細胞軸索末端には分泌物貯蔵放出器官が分化していない事，果粒崩壊なしに分泌物放出が行なわれる可能性が明らかになった。

総 括 論 議

- (1) フツウミミズ中枢神経節で3型の神経分泌細胞が観察された。この内大型及び中型細胞は分泌形態が，ツリミミズ科での報告 (Schmid 1947, Herlant-Meewis 1955) と一致しており，貧毛類共通の未分化な神経分泌細胞と考えられる。
- (2) A細胞は，ツリミミズ科で報告されたa及びb細胞と形態的に類似している点が多いが，(Scharrer, B. 1937, Harms 1947, Hubl 1953, Herlant-Meewis 1955, 1962, Brandenburg 1956, Scharrer, E. 等 1961)，分布，軸索経路，果粒の形態等で大きく異なる報告もあるので (Hubl 1956, Otremba 1961, Herlant-Meewis 1961, Pellegrino 等 1962, Oosaki 1966)，フツウミミズ脳神経節に特有の神経分泌細胞と考えられる。
- (3) 組織化学的調査結果は，アルデヒドフクシン好染性の神経分泌物がシスチンを多く持つ蛋白を多量に含む事を示し，多くの動物で得られた結果 (Gabe 1966) と一致した。更にA細胞の分泌物がチロジンを多く持つ事が示され，大型，中型細胞との差異が組織化学的に再確認された。この様な例は未だ報告されていない。
- (4) 電子顕微鏡によるA細胞の観察結果は，これ迄の研究結果 (Scharrer 等 1961, Bern 等 1961 etc) と一致し，神経分泌基本果粒の存在及びそのゴルジ複合体による形成の可能性を確認した。更に小胞体による形成の可能性も新たに見出された。
- (5) 脳神経節内毛細血管の基底膜内側には，内皮細胞は存在しない。A細胞の軸索と毛細血管とは

単純に接触しており、分泌物の貯蔵放出器官は分化していない。A細胞の分泌物放出機序は、脊椎動物の脳下垂体後葉等でみられると同様に、果粒崩壊なしに行なわれる diacrine (Kurosumi 1961) である可能性が強い。此等の事は貧毛類では、これ迄研究されなかった。

- (6) 環形動物の神経系の中樞化の程度が低い事等から、その神経分泌細胞は未分化で、通常の神経細胞との区別が明確でないもののみ存在するとされていた (Hanström 1954)。しかし、以上の結果から、フツウミミズの脳神経節後部背側に局在するA細胞は、分泌物の貯蔵放出器官が分化していない点を除けば、脊椎動物の視床下部や昆虫の脳間部等の神経分泌細胞と形態的に類似しており、分化した典型的な神経分泌細胞と考えられる。

参 考 論 文

1. Takeuchi, N. 1965a Neurosecretory elements in the central nervous system of the earthworm. Sci. Rep. Tôhoku Univ. ser. IV (Biol.), 31, 105 - 116.
2. Takeuchi, N. 1965b Some histochemical reactions of neurosecretory cells in the cerebral ganglion of the earthworm. Sci. Rep. Tôhoku Univ. ser. IV (Biol.), 31, 117 - 123.
3. Takeuchi, N. 1965c Incretory elements in the brain of nereids with special reference to secretory nature of the neurosensory cells in the nuchal center. Sci. Rep. Tôhoku Univ. ser. IV (Biol.), 31, 125 - 133.

論文審査結果の要旨

神経分泌細胞は神経系の中に存在して、分泌機能をいとなむ神経細胞で、ホルモンの生産源、あるいは内分泌的制御の中心として重要である。環形動物ではこの研究は多くの人によって行なわれて来たが、フトミミズ科のミミズについては不明の点が多かった。

武内伸夫は *Pherefima* 属の数種を用いて、光学ならびに電子顕微鏡による形態学的研究を行なった。神経分泌細胞として、脳神経節後部背側表層に分布する A 細胞、食道下神経節前端腹側にある S 細胞、及び全神経節に見られる大型及び中型の細胞を区別している。このうち A 細胞はフツウミミズに典型的な分化した神経分泌細胞である。A 細胞の分泌物は蛋白特にチロシンの反応が強く、電顕では 2 種の分泌果粒を含み、この果粒はゴルジのう 胞とゴルジ小胞から形成され、また小胞体によって生産される可能性をもあげている。これを明らかにするには将来この分泌物の生理作用の研究と相まって追求せられるべきであろう。A 細胞の分泌物の血管系への放出の機序については、脳内毛細管の構造が単純で、基底膜およびそれを囲むうすい 1 層の壁細胞からなること、壁細胞と神経分泌軸索とは単純に接触していること、分泌果粒の膜がこわれたものが見られなかったことから、脊椎動物の脳下垂体後葉で見られる果粒崩壊無しの分泌であろうという。

環形動物の神経分泌系については、従来この動物の神経系の分化の程度の低いことから神経分泌細胞もその発達程度が低いとされていたが、フトミミズ科のフツウミミズの脳にはよく分化した神経分泌細胞が存在することを明らかにした。この A 細胞は脊椎動物の下垂体神経葉のような分泌物の貯蔵放出器官が分化していないことを除けば脊椎動物や昆虫の脳の神経分泌細胞と比すべきものである。

武内伸夫は我国に多産するフトミミズ科のミミズを用いて、他のツリミミズ科或いは多毛類等に見られなかった発達した神経分泌系を見出した。これは無脊椎動物の神経分泌系の形態学に新しい知見を加えたものである。

よって審査員は武内伸夫提出の論文は理学博士の学位論文として合格とみとめた。